

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

21.12.99	
REC'D	04 FEB 2000
WIPO	PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。 # 4

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年12月24日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第367308号

出 願 人

Applicant (s):

三菱レイヨン株式会社

09/868994

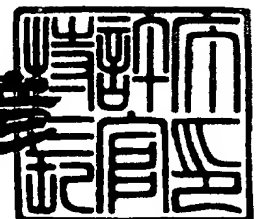
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 1月21日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3095536

【書類名】 特許願

【整理番号】 10-395

【提出日】 平成10年12月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/00

G02B 6/00

【発明の名称】 光伝送装置

【請求項の数】 2

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

【氏名】 斎藤 憲敬

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

【氏名】 沖田 明光

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

【氏名】 吉村 朋也

【特許出願人】

【識別番号】 000006035

【氏名又は名称】 三菱レイヨン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100065385

【弁理士】

【氏名又は名称】 山下 穰平

【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010700

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 黄色発光素子を有し該黄色発光素子から発せられる光を用いて外部から入力される電気信号に応じた光信号を発する光送信機と、芯材がベンゼン環を含まないメタクリレート系重合体からなり且つ一方端が前記黄色発光素子に光学的に結合されたプラスチック光ファイバと、該プラスチック光ファイバの他方端に光学的に結合された受光素子を有し該受光素子の出力に基づく出力電気信号を発する光受信機とを備えており、前記プラスチック光ファイバを光が一方方向にのみ伝播するように構成されていることを特徴とする光伝送装置。

【請求項 2】 前記黄色発光素子は最大発光波長が 560～590 nm で波長半値全幅が 40 nm 以下で全出射光量が 0 dBm 以上の発光ダイオードであり、前記プラスチック光ファイバは波長 560～590 nm における伝送損失が 0.1 dB/m 以下であり、前記黄色発光素子と前記プラスチック光ファイバとの接続損失が 10 dB 以下であり、前記光受信機は波長 560～590 nm において最小受信感度が -25 dBm 以下であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラスチック光ファイバを用いた光伝送の技術に属するものであり、特に耐熱性の向上と長距離伝送とを目指した光伝送装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

近年、LAN などのプラスチック光ファイバを用いた光通信の需要が高まるにつれて、その伝送距離の延長と耐環境性とくに耐熱性（温度変化に対して伝送特性が変化しないこと）の向上とが要求されてきている。

【0003】

従来、光通信用の光伝送路を構成するプラスチック光ファイバとしては、低光

吸収等の利点をもつポリメチルメタクリレート樹脂を芯材とするものが広く利用されている。そして、このようなプラスチック光ファイバを光伝送路とする光伝送装置においては、一般に光源として赤色発光ダイオードが用いられている。

【0004】

以上のような赤色発光ダイオードとポリメチルメタクリレート樹脂を芯材とするプラスチック光ファイバとを用いた従来の光伝送装置では、温度変動により光源の発光波長が変動しやすく、更にこの発光波長変動の発生に伴いプラスチック光ファイバの伝送損失が急激に増加し、なかでも波長半値全幅が広い発光素子の場合には波長 650 nm の近傍以外の波長成分が急速に減衰していくために伝送損失が大きくなり、長距離伝送が困難であった。プラスチック光ファイバを用いた現在市販されている光伝送装置では、100 m 程度の伝送が限度である。

【0005】

近年、発光ダイオード（LED）として青色発光のものや緑色発光の高出力のものが開発されており、それらの光通信用光源としての利用が期待されている。たとえば、耐熱性の観点から青色発光素子を光伝送装置の光源として用いることが、特開平 8-116309 号公報に記載されている。

【0006】

しかし、この特開平 8-116309 号公報に記載の光伝送装置は、青色発光素子を光源として使用することにより、光源自体の耐熱性は優れるが、一方ではプラスチック光ファイバの耐熱性が劣るという問題点がある。

【0007】

即ち、特開平 8-116309 号公報に記載のように、波長の短い光を発する青色発光素子は、広い禁制帯幅を持つことで温度変化による発光特性への影響は少なく、これにより耐熱性に優れたものとなる。しかし、プラスチック光ファイバは、光ファイバの熱酸化劣化による電子遷移吸収が波長の短い光ほど顕著に生じるので、青色領域では損失が増大するのである。

【0008】

また、特開平 9-318853 号公報には、一芯の光ファイバで双方向の通信を行う光送受信装置であって、発光波長が 570 nm の黄色発光素子とポリメチ

ルメタクリレートをコアとするプラスチック光ファイバとを使用した光送受信装置が開示されている。しかし、この光送受信装置は、一芯で双方向の通信を行うものであり、また光送受信装置に用いる各部材として適当なものが用いられていないなどの理由により、S/Nが悪く長距離の光伝送を行うことができないという欠点があった。

【0009】

そこで、本発明の目的は、以上のような従来技術の問題点に鑑みて、プラスチック光ファイバを用いた光伝送装置において良好な耐熱性での長距離伝送が可能な光伝送装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、上記目的を達成するものとして、

黄色発光素子を有し該黄色発光素子から発せられる光を用いて外部から入力される電気信号に応じた光信号を発する光送信機と、芯材がベンゼン環を含まないメタクリレート系重合体からなり且つ一方端が前記黄色発光素子に光学的に結合されたプラスチック光ファイバと、該プラスチック光ファイバの他方端に光学的に結合された受光素子を有し該受光素子の出力に基づく出力電気信号を発する光受信機とを備えており、前記プラスチック光ファイバを光が一方向にのみ伝播するように構成されていることを特徴とする光伝送装置、
が提供される。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明の光伝送装置においては、プラスチック光ファイバの一端に光送信機が接続され、他端に光受信機が接続されている。そして、光は光送信機から光受信機へと向かう一方向にのみプラスチック光ファイバ中を伝播するようになっている。光受信機が接続されるプラスチック光ファイバの端部に別の光送信機を接続し、光送信機が接続されるプラスチック光ファイバの端部に別の光受信機を接続することにより、プラスチック光ファイバ中を双方向に光が伝播するように構成すると、信号のS/Nが低下し、長距離の光伝送を行うことができなくなるおそ

れがある。

【0012】

本発明において、黄色発光素子としては、黄色発光の発光ダイオード（LED）や半導体レーザが例示されるが、黄色発光の半導体レーザは一般には入手困難であるので黄色発光LEDを用いるのが好ましい。黄色発光LEDとしては、InGaAlPを用いたものやInGaNを用いたもの等がある。これらのうちで発光量の大きいInGaNを用いたものが好ましい。また、例えば150m以上の長距離伝送を達成するために、黄色発光素子としては、最大発光波長560nm以上で590nm以下、波長半値全幅40nm以下、全出射光量0dBm以上のものを用いるのが好ましい。黄色発光LEDの波長半値全幅を小さくするためには、単一量子井戸構造のLEDを使用することが好ましい。

【0013】

光送信機は、上記黄色発光素子、該黄色発光素子のための駆動回路、及び外部から入力される電気信号を変調して上記駆動回路に供給する変調回路等から構成することができる。

【0014】

プラスチック光ファイバとしては、芯・鞘構造を有しその界面において屈折率が急激に変化するステップインデックス型のものや芯部の屈折率が中心から外周に向かって連続的に低下するグレーデッドインデックス型のものを用いることができる。また、複数の芯部が海材によって互いに隔てられた状態で一体化されてなるマルチコア型のプラスチック光ファイバや、屈折率が異なる（共）重合体が同軸状に多層積層されてなる芯部を有し、芯部において屈折率が中心から外周に向かって段階的に低下するプラスチック光ファイバなども好ましく用いられる。例えば150m以上の長距離伝送を達成するためには、波長560nm以上590nm以下にわたって伝送損失が0.1dB/m以下のプラスチック光ファイバを用いるのが好ましい。

【0015】

芯材にはベンゼン環を含まないメタクリレート系重合体を使用される。芯材としてベンゼン環を含まないメタクリレート系重合体を使用した光ファイバは、本

発明の光伝送装置に用いる黄色発光素子からの光に対して伝送特性が特に優れている。このようなメタクリレート系重合体としては、ポリメチルメタクリレート系重合体が好ましく用いられる。ポリメチルメタクリレート系重合体としては、メチルメタクリレートを60重量%以上含む重合体を使用することが好ましく、80重量%以上含む重合体を使用するのが更に好ましい。メチルメタクリレートと共重合させる単量体としてはフッ素化アルキルメタクリレートが好ましく、中でも2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルメタクリレートが低損失光ファイバの実現の観点から特に好ましい。特に、光ファイバとして屈折率の異なる(共)重合体が同軸状に多層積層されてなる芯部を有する光ファイバを使用する場合、芯部を共重合組成比が異なるメチルメタクリレートと2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロピルメタクリレートとの(共)重合体から構成すると、高速の信号を長距離伝送することが可能になるので好ましい。

【0016】

ポリメチルメタクリレート系重合体は、未反応のメルカプタン及びこのメルカプタンの反応により生成するジスルフィド化合物に起因する重合体に結合していない硫黄原子が少ないものを使用することが好ましく、重合体に結合していない硫黄原子が5 ppm以下であることが更に好ましく、3 ppm以下であることが特に好ましい。重合体に結合していない硫黄原子が芯在中に多く存在すると、これを例えば紡糸加工した場合の熱履歴により着色が生じ、特に本発明において主に使用される560～590 nmの波長域などの600 nm以下の波長域での吸収損失が大きくなるおそれがある。このような芯材は、例えばベント型押出機を使用し、適切な条件下で脱揮を行うことにより得ることができる。脱揮を容易に行うためには、芯材用重合体を製造する際に比較的蒸気圧の高いメルカプタンを使用することが好ましく、n-ブチルメルカプタン、t-ブチルメルカプタンなどの炭素数3～6個のアルキルメルカプタンが好ましい。メルカプタンの使用量を少なくするためには、連鎖移動定数の大きいn-ブチルメルカプタンが特に好ましい。

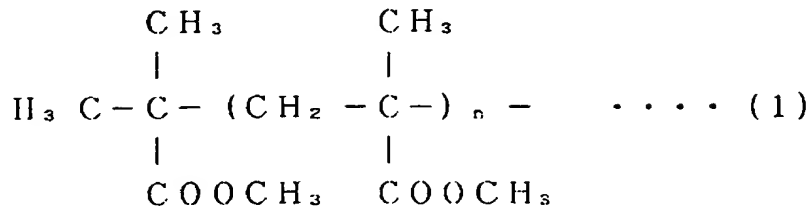
【0017】

また、芯材のポリメチルメタクリレート系重合体としては、ラジカル開始剤に

起因する分子末端構造が下記の化学式（１）に示す構造であるものが好ましい：

【0018】

【化１】



（ここで、 n は1以上の整数である）

この分子末端構造はメチルメタクリレート単量体の構造と同じであり、ラジカル開始剤の異質な分子構造に起因する光吸収や光散乱の影響を受けないため、このような芯材は透光性能に特に優れている。

【0019】

黄色発光素子とプラスチック光ファイバの一方の端面との光学的結合に用いられるコネクタとしては、SMA型のものやFO7型のものを用いるのが好ましい。また、150m以上の長距離伝送を達成するためには、黄色発光素子とプラスチック光ファイバとの接続損失を10dB以下とするのが好ましい。このような低接続損失は、黄色発光素子の発光領域を小さくしたり（例えば光ファイバ直径の1/4以下〔例えば0.25mm以下〕とする）、レンズを使用して光ファイバへの入射光のNAを小さくしたり（例えば光ファイバのNA〔例えば0.5〕以下）することで、実現することができる。

【0020】

受光素子としては、黄色領域に感度をもつ受光ダイオードを用いることができる。このような受光ダイオードとしては、シリコンpinフォトダイオードを用いることができる。

【0021】

光受信機は、上記受光素子、及び該受光素子からの出力信号を処理し外部に出力する電気信号を得るための増幅回路、識別回路及び復調回路等から構成するこ

とができる。また、150 nm以上の長距離伝送を達成するためには、光受信機は波長560 nm以上590 nm以下で-25 dBm以下の最小受信感度をもつようにすることが好ましい。

【0022】

プラスチック光ファイバの他方の端面と受光素子との光学的結合に用いられるコネクタとしては、上記の黄色発光素子とプラスチック光ファイバの一方端面との光学的結合に用いられるコネクタと同様に、SMA型のものやFO7型のものを用いることができる。

【0023】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を更に詳細に説明する。

【0024】

図1は、本発明による光伝送装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。図1において、光送信機1と光受信機3とがプラスチック光ファイバ2により光学的に接続されており、光送信機1には外部から入力電気信号11が入力され、光受信機3からは外部に出力電気信号35が出力される。光送信機1とプラスチック光ファイバ2の一方端との光学的接続はSMAコネクタ4を用いてなされており、光受信機3とプラスチック光ファイバ2の他方端との光学的接続はSMAコネクタ5を用いてなされている。

【0025】

光送信機1は、変調回路12と黄色発光ダイオード14と該黄色発光ダイオード14を駆動するための駆動回路13とを有する。変調回路12では、入力電気信号11をFSK変調し、例えば、入力電気信号11が0Vの場合には125 kHzの信号に変換し、入力電気信号11が5Vの場合には500 kHzの信号に変換する。駆動回路13は、変調回路12からの信号に基づき、発光ダイオード14を例えばハイレベル20 mA且つローレベル0 mAで駆動する。黄色発光ダイオード14としては、InGaPを用いたもので、電流値20 mAにおいて、最大発光波長が570 nmで波長半値全幅が38 nmで全出射光量が3 dBmであるものを用いることができる。黄色発光ダイオード14の発光領域は0.2 mm四方の正方形とされており、光ファイバへの入射光のNAは0.5とされている。

る。

【0026】

光受信機 3 は、黄色領域に感度を有するシリコン pin フォトダイオード 31 と受光増幅回路 32 と識別回路 33 と復調回路 34 とを有する。受光増幅回路 32 はシリコン pin フォトダイオード 31 の出力電流を電圧に変換し、増幅する。識別回路 33 は受光増幅回路 32 からの信号のハイレベル、ローレベルの識別を行う。復調回路 34 は識別回路 33 からの信号を復調し、125 kHz の信号の場合には 0 V に変換して出力電気信号 35 として出力し、500 kHz の信号の場合には 5 V に変換して出力電気信号 35 として出力する。この光受信機 3 は、20 kbps の信号に対して、平均最小受光感度が -42 dBm である。

【0027】

プラスチック光ファイバ 2 は、芯材がベンゼン環を含まないメタクリレート系重合体からなり鞘材がフッ化ビニリデン-テトラフルオロエチレン共重合体樹脂からなるステップインデックス型のものである。このプラスチック光ファイバ 2 の伝送損失の波長依存性は図 2 に示されるとおりである。波長 560 ~ 590 nm において、伝送損失は 0.09 dB/m 以下である。光送信機 1 を接続した場合の伝送損失は、発光ダイオード 14 の波長の広がりとは高次モード成分による損失増加のために 0.1 dB/m となる。

【0028】

黄色発光ダイオード 14 は、SMA コネクタ 4 によりプラスチック光ファイバ 2 の一方端と光学的に結合している。この結合の損失は 9 dB である。尚、光送信機 1 の平均送信レベル（光ファイバ 1 m 伝送後に変調をかけた状態での光量レベル）は -9 dBm である。

【0029】

シリコン pin フォトダイオード 31 は、SMA コネクタ 5 によりプラスチック光ファイバ 2 の他方端と光学的に結合している。

【0030】

【実施例】

上記図 1 ~ 2 に関し説明した光伝送装置の耐熱性試験を、以下の通り実施した

【0031】

〔実施例1〕

図1に示されている光伝送装置全体を恒温槽内に配置し、送信レベルの温度特性を測定した。その結果を図3に示す。図3では、温度25℃での光量レベルを0 dBとして表示している。本実施例の光伝送装置は、0～85℃の広い温度範囲で送信レベルが安定しており、耐熱性が良好であることが確認された。

【0032】

次に、乾燥条件下、温度85℃で、上記図1～2に関し説明した光伝送装置で使用したプラスチック光ファイバ2の伝送損失特性の経時変化を測定した。その結果を図4に示す。初期状態の損失特性を実線で示し、1000時間後の損失特性を破線で示す。1000時間後に、波長570 nmにおいて0.005 dB/mの伝送損失増加であった。

【0033】

以上の結果から、上記図1～2に関し説明した本発明による光伝送装置は、2000時間のマージンを見込んだ場合でも、20 kbpsで、300 mの長距離伝送が可能（デジタル信号伝送で符号誤り率 10^{-9} 以下：以下、伝送可能距離に関して同様）であることがわかった。

【0034】

〔比較例1〕

黄色発光ダイオード14の代わりに赤色発光ダイオードを用いることを除いて上記図1～2に関し説明した光伝送装置と同一の光伝送装置を構成した。

【0035】

ここで使用した赤色発光ダイオードは、GaAlAsを用いたもので、電流値20 mAにおいて、最大発光波長が660 nmで波長半値全幅が20 nmで全出射光量が6 dBmであった。赤色発光ダイオードとプラスチック光ファイバ2の一方端との接続損失は9 dBであった。図2から、プラスチック光ファイバ2の波長660 nmでの伝送損失は0.17 dB/mであるが、光送信機を接続した場合の伝送損失は、発光ダイオードの波長の広がり和高次モード成分による損失

増加のために 0.23 dB/m となった。光送信機の平均送信レベルは -6 dBm であった。光受信機 3 の平均最小受信感度は -43 dBm であった。

【0036】

上記実施例と同様にして、光伝送装置の耐熱性試験を実施した。

【0037】

その結果を図 3 に示す。本比較例 1 の光伝送装置は、 $0 \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で送信レベルが 2.5 dB と大きく変化した。

【0038】

また、図 4 に示されているように、波長 660 nm において、 1000 時間後のプラスチック光ファイバ 2 の伝送損失増加は 0.001 dB/m 以下であった。

【0039】

以上の結果から、本比較例 1 の光伝送装置は、温度特性マージンを見込むと、 140 m までしか伝送が可能でないことがわかった。

【0040】

[比較例 2]

黄色発光ダイオード 14 の代わりに青色発光ダイオードを用いることを除いて上記図 1～2 に関し説明した光伝送装置と同一の光伝送装置を構成した。

【0041】

ここで使用した青色発光ダイオードは、 InGaN を用いたもので、電流値 20 mA において、最大発光波長が 480 nm で波長半値全幅が 40 nm で全出射光量が 6 dBm であった。青色発光ダイオードとプラスチック光ファイバ 2 の一方端との接続損失は 9 dB であった。図 2 から、プラスチック光ファイバ 2 の波長 480 nm での伝送損失は 0.11 dB/m であるが、光送信機を接続した場合の伝送損失は、高次モード成分による損失増加のために 0.13 dB/m となった（赤色の波長領域では伝送損失の波長依存性が低く即ち伝送損失が平坦であり、発光ダイオードの波長の広がりの影響は少ない）。光送信機の平均送信レベルは -6 dBm であった。光受信機 3 の平均最小受信感度はシリコン pin フォトダイオード 31 の短波長側での感度低下により -39 dBm であった。

【0042】

上記実施例と同様にして、光伝送装置の耐熱性試験を実施した。

【0043】

その結果を図3に示す。本比較例2の光伝送装置は、0～85℃の広い温度範囲で送信レベルが殆ど変化しなかった。

【0044】

しかし、図4に示されているように、波長480nmにおいて、1000時間後のプラスチック光ファイバ2の伝送損失増加は0.073dB/m（即ち、100mで7.3dB）と非常に大きいものであった。

【0045】

以上の結果から、本比較例2の光伝送装置は、2000時間のマージンを見込んだ場合、100mまでしか伝送が可能でないことがわかった。

【0046】

【発明の効果】

以上の様に、本発明によれば、黄色発光素子と芯材がベンゼン環を含まないメタクリレート系重合体からなるプラスチック光ファイバとの組み合わせを用い、プラスチック光ファイバを光が一方方向にのみ伝播するように光伝送装置を構成することで、良好な耐熱性での150m以上といった長距離の伝送が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による光伝送装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】

プラスチック光ファイバの伝送損失の波長依存性を示す図である。

【図3】

送信レベルの温度特性を示す図である。

【図4】

プラスチック光ファイバの伝送損失特性の経時変化を示す図である。

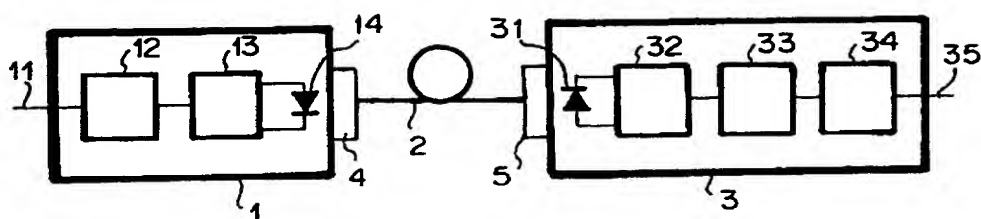
【符号の説明】

1 光送信機

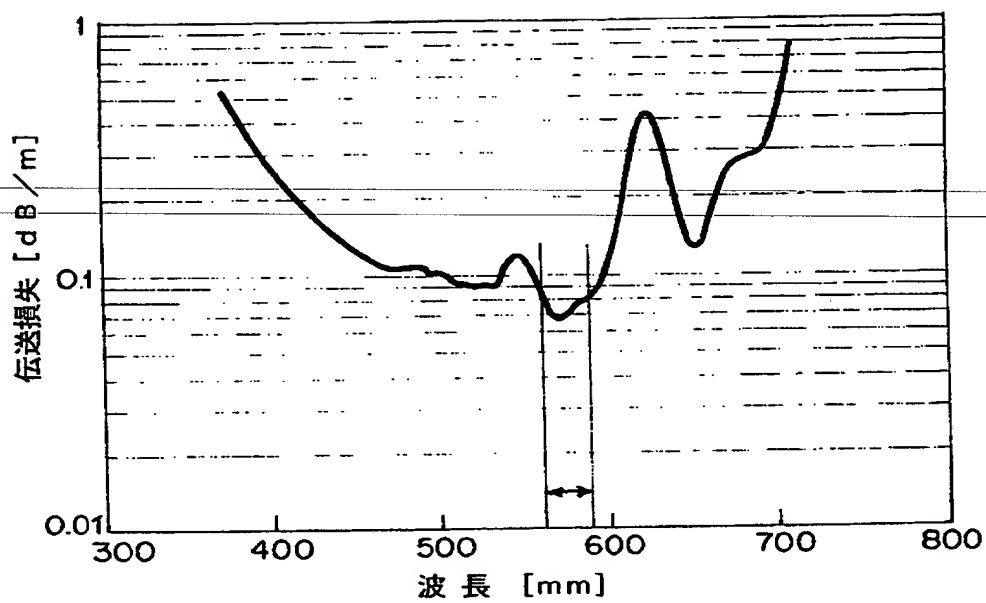
- 2 プラスチック光ファイバ
 - 3 光受信機
 - 4, 5 SMAコネクタ
 - 1 1 入力電気信号
 - 1 2 変調回路
 - 1 3 駆動回路
 - 1 4 黄色発光ダイオード
 - 3 1 シリコン p i n フォトダイオード
 - 3 2 受光増幅回路
 - 3 3 識別回路
 - 3 4 復調回路
 - 3 5 出力電気信号
-

【書類名】 図面

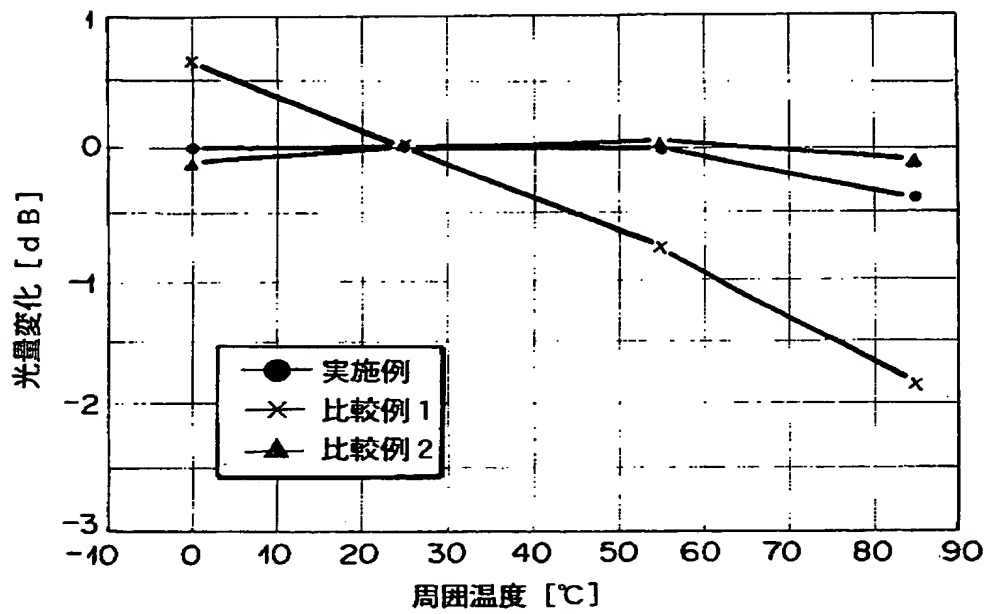
【図 1】



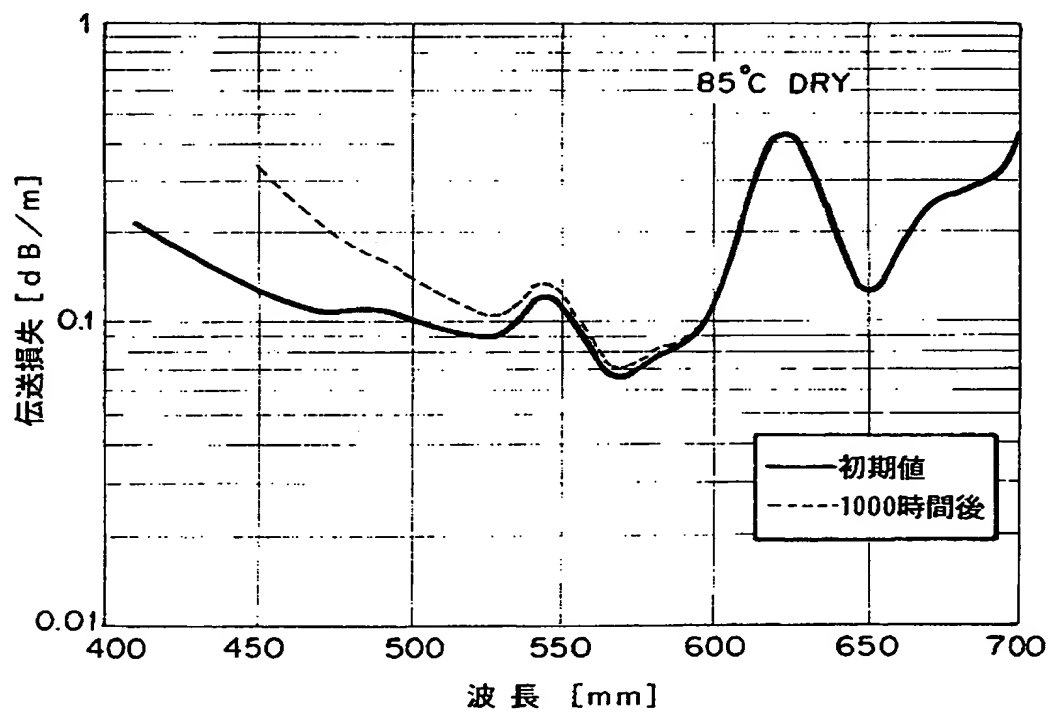
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 プラスチック光ファイバを用いた光伝送装置において良好な耐熱性での長距離伝送が可能な光伝送装置を提供する。

【解決手段】 黄色発光ダイオード 14 から発せられる光を用いて外部から入力される電気信号 11 に応じた光信号を発する光送信機 1 と、芯材がベンゼン環を含まないメタクリレート系重合体からなり且つ一方端が黄色発光ダイオード 14 に光学的に結合されたプラスチック光ファイバ 2 と、プラスチック光ファイバ 2 の他方端に光学的に結合されたフォトダイオード 31 の出力に基づく出力電気信号 35 を発する光受信機 3 とを備えており、プラスチック光ファイバ 2 を光が一方向にのみ伝播するように構成されている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006035]

1. 変更年月日 1998年 4月23日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都港区港南一丁目6番41号
氏 名 三菱レイヨン株式会社

This Page Blank (uspto)